



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> :</b> <b>C07K 14/47, G01N 33/53</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 99/35167</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 15 juillet 1999 (15.07.99)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR98/02899 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 29 décembre 1998 (29.12.98) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 97/16673 30 décembre 1997 (30.12.97) FR <b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> BIOMERIEUX [FR/FR]; Chemin de l'Orme, F-69280 Marcy l'Etoile (FR). <b>(72) Inventeurs; et</b> <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement):</b> SERRE, Guy [FR/FR]; Résidence du Lac, Appartement 46, 10, avenue Winston Churchill, F-31100 Toulouse (FR). GIRBAL-NEUHAUSER, Elisabeth [FR/FR]; 22, rue Matelache, F-31000 Toulouse (FR). VINCENT, Christian [FR/FR]; 16, avenue de la Saune, F-31650 Lauzerville (FR). SIMON, Michel [FR/FR]; 2, Lot Cante Merle, F-31450 Belberaud (FR). SEBBAG, Mireille [FR/FR]; 3, rue A. Frédeau, F-31500 Toulouse (FR). DALBON, Pascal [FR/FR]; 6, boulevard Jules Favre, F-69006 Lyon (FR). JOLIVET-REYNAUD, Colette [FR/FR]; 16, avenue des Colonnnes, F-69500 Bron (FR). ARNAUD, Michel [FR/FR]; 63, rue Gervais Bussière, F-69100 Villeurbanne		<b>(FR).</b> JOLIVET, Michel [FR/FR]; 16, avenue des Colonnnes, F-69500 Bron (FR). <b>(74) Mandataires:</b> VIALLE-PRESLES, Marie-José etc.; Cabinet Orès, 6, avenue de Messine, F-75008 Paris (FR). <b>(81) Etats désignés:</b> AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KG, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, SL, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <i>Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.</i>
<b>(54) Title:</b> PEPTIDE EPITOPES RECOGNISED BY ANTIFILAGGRIN AUTOANTIBODIES IN SERUM FROM RHEUMATOID ARTHRITIS PATIENTS		
<b>(54) Titre:</b> EPITOPES PEPTIDIQUES RECONNUS PAR DES AUTO-ANTICORPS ANTIFILAGGRINE PRESENTS DANS LE SERUM DES PATIENTS ATTEINTS DE POLYARTHRITE RHUMATOIDE		
<b>(57) Abstract</b>		
<p>The invention concerns peptides comprising epitopes recognised by antifilaggrin in serum from rheumatoid arthritis patients. Said epitopes comprising a tripeptide motif centred on a citrulline residue. The invention also concerns artificial antigens comprising said epitopes, and their use for diagnosing rheumatoid arthritis.</p>		
<b>(57) Abrégé</b>		
<p>L'invention est relative à des peptides comprenant des épitopes reconnus par des auto-anticorps antifilaggrine présents dans le sérum des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde. Lesdits épitopes comprennent un motif tripeptidique centré sur un résidu citrulline. L'invention est également relative à des antigènes artificiels comprenant ces épitopes, et à leur utilisation de cet antigène pour le diagnostic de la polyarthrite rhumatoïde.</p>		

### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

ÉPITOPES PEPTIDIQUES RECONNUS PAR DES AUTO-ANTICORPS ANTIFILAGGRINE PRÉSENTS DANS LE SÉRUM DES PATIENTS ATTEINTS DE POLYARTHRITE RHUMATOÏDE.

La présente Invention est relative à de  
5 nouvelles préparations d'antigènes spécifiquement reconnus par des auto-anticorps spécifiques de la polyarthrite rhumatoïde.

La polyarthrite rhumatoïde (ci après abrégée en " PR ") est le plus fréquent des rhumatismes  
10 inflammatoires chroniques. Il s'agit d'une maladie auto-immune, et le sérum des patients atteints contient des auto-anticorps dont certains sont spécifiques, et peuvent constituer un marqueur de cette maladie, permettant son diagnostic même à des stades précoces. Des recherches ont  
15 donc été effectuées en vue d'identifier des antigènes reconnus par ces anticorps, afin d'en obtenir des préparations purifiées utilisables dans des techniques classiques de diagnostic immunologique.

Des auto-anticorps spécifiquement présents  
20 chez les malades atteints de PR et réagissant avec un antigène épithélial oesophagien de rat ont été décrits pour la première fois par B. J. J. YOUNG et al. dans Br. Med. J. 2:97-99, (1979). Ces auto-anticorps ont été à l'époque dénommés "anticorps antikératines".

Lors de précédents travaux, l'équipe des  
25 Inventeurs a obtenu, à partir d'épithéliums malpighiens humain et murin, des préparations d'antigènes apparentés à la filaggrine et à la profilaggrine, reconnus spécifiquement par les anticorps présents dans le sérum  
30 de patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, et montré que les " anticorps antikératines " étaient en fait des auto-anticorps anti-filaggrine (ci-après dénommés " AAF "). La Demande EP 0 511 116 décrit ces préparations antigéniques, et leur utilisation pour le  
35 diagnostic de la polyarthrite rhumatoïde.

Les filaggrines sont une famille de protéines qui a été identifiée chez diverses espèces, entre autres chez l'homme, le rat, la souris, le cobaye, au niveau des épithéliums malpighiens kératinisants [pour revue sur les  
5 filaggrines, cf. DALE et al. [The Keratinocyte Handbook, Cambridge University Press, pp 323-350, (1994)]. Elles dérivent de la déphosphorylation et de la protéolyse d'un précurseur, la profilaggrine, qui est constituée essentiellement de domaines répétés de filaggrine séparés  
10 par des segments peptidiques interdomaines.

Le gène codant pour la profilaggrine se compose de sous-unités répétées dont chacune code pour une molécule de filaggrine, séparées par des portions codant pour les segments peptidiques interdomaines.  
15 Toutes les unités de répétition codant pour chacune des filaggrines humaines ont la même longueur (972 paires de base chez l'homme) ; cependant, chez l'homme, on observe des variations importantes (10-15%) de séquence d'une sous-unité à l'autre. Si la plupart sont conservatives,  
20 certaines de ces variations induisent des changements d'acides aminés et dans certains cas des changements de la charge électrique de la protéine. Ainsi les filaggrines humaines forment, indépendamment des modifications post-transcriptionnelles, une population  
25 hétérogène de molécules de taille similaire mais de séquences et de charges ( $pH_i$  égal à  $8,3 \pm 1,1$ ) différentes [GAN et al., Biochem. 29, p. 9432-9440 (1990)].

La profilaggrine est une protéine de poids  
30 moléculaire élevé (environ 400 000 chez l'homme) soluble en présence de fortes concentrations de sels ou d'urée. Elle possède une forte teneur en acides aminés basiques (arginine et histidine), ainsi qu'en glycine, sérine et acide glutamique. Elle est pauvre en acides aminés non  
35 polaires et ne contient ni méthionine, ni cystéine, ni tryptophane. Elle est fortement phosphorylée sur des

résidus sérine, ce qui lui confère un point isoélectrique proche de la neutralité.

La profilaggrine est clivée en unités filaggrine au cours d'un processus complexe de maturation, impliquant une déphosphorylation, suivie d'un clivage par des protéases au niveau des segments interdomaines. Ce clivage génère d'abord des fragments de taille intermédiaire, puis les molécules fonctionnelles de filaggrine.

Les filaggrines issues de la déphosphorylation et du clivage de la profilaggrine sont des protéines basiques dont le contenu en acides aminés est similaire à celui des profilaggrines. Elles participent à l'organisation des filaments de kératine, et subissent une maturation progressive au cours de laquelle les résidus arginine, basiques, sont convertis en résidus citrulline, neutres, sous l'action de la peptidylarginine déiminase [HARDING C.R. et SCOTT I.R., J. Mol. Biol. 170, p. 651-673 (1983)]. Ceci entraîne une réduction de leur affinité pour les kératines dont elles se détachent ; elles sont alors totalement dégradées sous l'action de diverses protéases.

Les propriétés des filaggrines et des profilaggrines ont été particulièrement bien étudiées chez le rat, chez la souris et chez l'homme. La taille de la profilaggrine varie, selon les espèces, de 300 à 400 kD et celle des filaggrines de 27 à 64 kD.

Le polymorphisme observé chez l'homme entre les séquences des unités filaggrine à l'intérieur d'un même gène de profilaggrine n'apparaît pas chez le rat et la souris. Les filaggrines présentent en outre une grande variabilité inter et intra-spécifique au niveau de leur séquence. Cette variabilité n'affecte toutefois pas leurs propriétés fonctionnelles, ni leur composition globale en acides aminés, et leurs propriétés biochimiques. De même, les localisations tissulaires de la profilaggrine et des

filaggrines sont identiques chez les différents mammifères étudiés.

En poursuivant leurs travaux, les Inventeurs ont constaté que la profilaggrine présente dans les granules de kératohyaline de l'épiderme humain n'était contrairement aux filaggrines, pas reconnue par les AAF[SIMON et al. Clin. Exp. Immunol. 100, 90-98 (1995)]. Ils ont alors testé la réactivité des AAF avec de la filaggrine recombinante, et ont constaté que celle-ci non plus n'était pas reconnue. D'autre part, il avait été précédemment observé que les formes des filaggrines épidermiques humaines principalement reconnues par les AAF étaient les formes acido-neutres décrites par SIMON et al. [J. Clin. Invest., 92, 1387, (1993)] et dans la demande EP 0 511 116. Le fait que ces formes acido-neutres correspondent à un stade tardif de maturation de la filaggrine, permettait de supposer que tout ou partie des modifications post-traductionnelles intervenant jusqu'à ce stade étaient impliquées dans la formation des épitopes reconnus par les AAF.

Pour vérifier cette hypothèse, les Inventeurs ont cherché à reproduire *in vitro*, à partir de filaggrine recombinante, ces modifications post-traductionnelles, afin de déterminer lesquelles étaient susceptibles d'influer sur l'antigénicité de la filaggrine.

Ils ont ainsi constaté qu'en fait, la citrullination de la filaggrine suffisait à générer des épitopes reconnus par les AAF. En effet, ils ont observé, en procédant à la déimination *in vitro* de filaggrine recombinante que le remplacement d'au moins une partie des arginines par des citrullines permet l'obtention d'un antigène reconnu spécifiquement par les AAF présents dans le sérum des patients atteints de PR. Ils ont en outre localisé des régions qui étaient après citrullination, fortement immunoréactives vis-à-vis des auto-anticorps anti-filaggrine. Il s'agit en particulier de la région

correspondant à la portion C-terminale (acides aminés 144 à 324) et en particulier aux acides aminés 144 à 314, ainsi que de la région correspondant aux acides aminés 76 à 144, et de la région correspondant aux acides aminés 71 à 119 d'une unité de filaggrine humaine. Ces travaux ont abouti à l'obtention d'antigènes artificiels reconnus spécifiquement par les AAF présents dans le sérum des patients atteints de PR, et constitués par des polypeptides recombinants ou de synthèse, dérivés de la séquence de la filaggrine, ou de portions de celle-ci, par substitution d'au moins un résidu arginine par un résidu citrulline. Ces antigènes, ainsi que leur utilisation, font l'objet de la Demande FR FR 96 10651, déposée le 30 août 1996 au nom de BIOMÉRIEUX.

En poursuivant leur travaux, les Inventeurs sont parvenus à sélectionner à partir de la séquence d'une unité filaggrine, des peptides dans lesquels la substitution d'au moins un résidu arginine par un résidu citrulline donnait naissance à des épitopes reconnus spécifiquement par les AAF présents dans le sérum des patients atteints de PR.

Les séquences de ces peptides sont identifiées dans la liste de séquences en annexe sous les numéros SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5, SEQ ID NO: 6.

On entend par : " unité filaggrine ", un polypeptide dont la séquence est celle du produit de traduction de l'une quelconque des sous-unités codant pour un domaine filaggrine du gène de la profilaggrine humaine ou d'une autre espèce, ou bien est une séquence consensus, séquence théorique obtenue à partir des séquences des domaines filaggrine.

Les Inventeurs ont maintenant identifié des épitopes reconnus par les auto-anticorps anti-filaggrine : ces épitopes comprennent un motif tripeptidique centré sur un résidu citrulline, spécifiquement présent sur les peptides citrullinés

dérivés des séquences SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5, SEQ ID NO: 6, et absent de la séquence SEQ ID NO: 4.

Il s'agit en particulier du motif tripeptidique Ser-Cit-His, dans lequel Cit représente un  
5 résidu citrulline.

La présente Invention a pour objet un peptide constituant un épitope reconnu par des autoanticorps anti-filaggrine présents dans le sérum des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, caractérisé en ce  
10 que ledit épitope comprend un motif tripeptidique centré sur un résidu citrulline, spécifiquement présent sur au moins un des peptides citrullinés dérivés des séquences SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5, SEQ ID NO: 6.

Selon un mode de réalisation préféré de la  
15 présente invention, ledit peptide comprend au moins un motif pentapeptidique centré sur un résidu citrulline, présent sur au moins un des peptides citrullinés dérivés des séquences SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5, SEQ ID NO: 6.

Avantageusement, ledit peptide comprend le  
20 motif tripeptidique Ser-Cit-His, dans lequel Cit représente un résidu citrulline.

A titre d'exemple, on citera des peptides dérivés, par citrullination, de peptides qui comprennent le motif pentapeptidique, X1-Ser-Arg-His-X2 dans lequel  
25 X1=Ser ou Gly, et X2=Ser ou Pro, et parmi ceux-ci, des peptides qui comprennent le motif hexapeptidique X0-X1-Ser-Arg-His-X2, ou le motif heptapeptidique X0-X1-Ser-Arg-His-X2-X3, dans lesquels X1 et X2 sont tels que définis ci-dessus, X0=Asp, et X3=Gly ou Arg.

30 Les peptides conformes à l'invention permettent la préparation d'antigènes artificiels reconnus spécifiquement par les auto-anticorps anti-filaggrine présents dans le sérum de patients atteints de polyarthrite rhumatoïde. Ces antigènes artificiels font  
35 également partie de l'objet de la présente invention.

Des antigènes artificiels conformes à l'invention comprennent au moins un épitope peptidique centré sur un résidu citrulline, tel que défini ci-dessus. Ils sont par exemple constitués par des peptides d'au moins 5 acides aminés, de préférence au moins 10 acides aminés, et avantageusement au moins 14 acides aminés. Il peut s'agir de peptides constitués par au moins un fragment d'au moins un des peptides citrullinés dérivés des séquences SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5, SEQ ID NO: 6, ou contenant au moins un tel fragment. Ces peptides peuvent comprendre plusieurs épitopes citrullinés spécifiquement reconnus par les AAF, de séquences identiques ou différentes.

Le terme "peptide" tel qu'utilisé dans la présente Demande signifie notamment protéine ou fragment de protéine, oligopeptide, extrait, séparé ou substantiellement isolé ou synthétisé, notamment ceux obtenus par synthèse chimique ou par expression dans un organisme recombinant ; tout peptide dans la séquence duquel un ou plusieurs acides aminés de la série L sont remplacés par un acide aminé de la série D, et vice-versa ; tout peptide dont l'une au moins des liaisons CO-NH, et avantageusement toutes les liaisons CO-NH de la chaîne peptidique est (sont) remplacée(s) par une (des) liaisons NH-CO ; tout peptide dont l'une au moins des liaisons CO-NH et avantageusement toutes les liaisons CO-NH est ou sont remplacée(s) par une ou des liaison(s) NH-CO, la chiralité de chaque résidu aminoacyle, qu'il soit impliqué ou non dans une ou plusieurs liaisons CO-NH sus-mentionnées, étant soit conservée, soit inversée par rapport aux résidus aminoacyles constituant un peptide de référence, ces composés étant encore désignés immunorétroïdes, un mimotope, etc.

Des antigènes conformes à l'invention peuvent par exemple être obtenus par action de la PAD (peptidyl arginine déiminase) sur des protéines ou des peptides

naturels, recombinants, ou de synthèse, comportant des résidus arginine, et en particulier comprenant au moins un résidu arginine constituant le centre d'un motif tripeptidique identique à ceux présents dans les  
5 séquences SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5, SEQ ID NO: 6 ; ils peuvent également être obtenus par synthèse peptidique, en incorporant directement un ou plusieurs résidus citrulline, et de préférence, un ou plusieurs épitopes comprenant un résidu citrulline, tels que définis ci-  
10 dessus, dans le peptide synthétisé.

La présente Invention a également pour objet l'utilisation des antigènes conformes à l'invention, tels que définis ci-dessus, pour le diagnostic *in vitro* de la PR.

15 La présente invention englobe en particulier des compositions antigéniques pour le diagnostic de la présence d'auto-anticorps spécifiques de la PR dans un échantillon biologique, lesquelles compositions sont caractérisées en ce qu'elles contiennent au moins un  
20 antigène conforme à l'invention, éventuellement marqué et/ou conjugué avec une molécule porteuse.

La présente Invention a également pour objet un procédé de détection des auto-anticorps de classe G spécifiques de la PR dans un échantillon biologique,  
25 lequel procédé est caractérisé en ce qu'il comprend :  
- la mise en contact dudit échantillon biologique avec au moins un antigène conforme à l'Invention, tel que défini ci-dessus, dans des conditions permettant la formation d'un complexe antigène/anticorps avec les auto-anticorps  
30 spécifiques de la PR éventuellement présents ;  
- la détection, par tous moyens appropriés, du complexe antigène/anticorps éventuellement formé.

Ce procédé de détection peut être mis en oeuvre grâce à un nécessaire comprenant au moins un  
35 antigène selon l'Invention, ainsi que des tampons et réactifs appropriés pour la constitution d'un milieu

réactionnel permettant la formation d'un complexe antigène/anticorps, et/ou des moyens de détection dudit complexe antigène/anticorps.

Ledit nécessaire peut également comprendre, le cas échéant, des échantillons de référence, tels qu'un ou plusieurs sérum(s) négatif(s) et un ou plusieurs sérum(s) positif(s).

La présente invention sera mieux comprise à l'aide du complément de description qui va suivre, qui se réfère à des exemples de préparation et de mise en œuvre d'antigènes conformes à l'invention.

**EXEMPLE 1 : DEIMINATION IN VITRO DE FILAGGRINE RECOMBINANTE PAR LA PEPTIDYL ARGININE DEIMINASE (P.A.D.).**

De la filaggrine recombinante est produite selon le protocole suivant :

Un fragment d'ADN codant pour une unité filaggrine est amplifié par PCR, à partir d'ADN génomique humain (cellules RAJI : ATCC CCL86) à l'aide des 2 amorces suivantes :

Amorce 5' :  
5' TTCCTATACCAGGTGAGCACTCAT 3'

Amorce 3' :  
5' AGACCCTGAACGTCAGACCGTCCC 3'

Le produit d'amplification est cloné dans le site SmaI du vecteur pUC19. On procède à la sélection des clones recombinants, en vérifiant la présence d'un insert de 972 pb obtenu après digestion avec SacI et XbaI. Cet insert est ensuite sous-cloné dans pUC19. L'insert résultant de ce sous-clonage est ensuite transféré dans le vecteur pGEX (commercialisé par la société PHARMACIA), entre les sites EcoRI et HindIII. Le vecteur d'expression ainsi obtenu exprime, dans *E. coli*, la filaggrine en fusion avec la glutathion-S-transférase (GST), sous contrôle du promoteur procaryote Tac. La synthèse de la protéine recombinante est induite par addition d'isopropyl- $\beta$ -D-galactoside (IPTG) à la culture.

La filaggrine recombinante ainsi obtenue sera dénommée ci-après : " fil-gst ".

On constate après électrophorèse, l'existence de 9 fragments qui résultent d'une protéolyse post-  
5 traductionnelle de la filaggrine entière.

Le mélange des 9 fragments est soumis à une déimination *in vitro* par la peptidyl arginine déiminase.

On utilise une préparation de peptidyl arginine déiminase de muscle de lapin (681 U/ml)  
10 commercialisée par TAKARA BIOMED EUROPE, selon le protocole préconisé par le fabricant.

Les conditions opératoires sont les suivantes :

- Milieu réactionnel : Tris-HCl 0,1 M, CaCl<sub>2</sub>  
15 10 mM, DTT 5 mM, pH 7,4 ;

- Rapport enzyme/substrat : 140 mU/μmole de filaggrine contenant 10% d'arginine soit 4 mU/μmole d'arginine ;

- Incubation : entre 0 et 60 mn à 50°C ;

20 - Arrêt de la réaction : chauffage 3 mn en tampon de LAEMMLI

On effectue en parallèle les 8 réactions suivantes.

(1) BSA (sérum albumine bovine) incubée dans  
25 milieu réactionnel (1h, 50°C) sans P.A.D.

(2) BSA incubée dans milieu réactionnel (1h, 50°C) avec 60 mU de P.A.D.

(3) fil-gst incubée dans milieu réactionnel (1h, 50°C) sans P.A.D.

30 (4) fil-gst incubée dans milieu réactionnel (5 minutes à 50°C) avec 60 mU de P.A.D.

(5) fil-gst incubée dans milieu réactionnel (15 minutes à 50°C) avec 60 mU de P.A.D.

35 (6) fil-gst incubée dans milieu réactionnel (30 minutes à 50°C) avec 60 mU de P.A.D.

(7) fil-gst incubée dans milieu réactionnel (1h à 50°C) avec 60 mU de P.A.D.

(8) fil-gst incubée dans milieu réactionnel (1h à 50°C) avec 60 mU de P.A.D. et en présence de 10 mM de N-éthylmaléimide (inhibiteur de la P.A.D.).

On dépose 1 µl de chaque échantillon sur un gel d'électrophorèse (gel PHAST®-SDS 12,5%, PHARMACIA), et on réalise l'électrophorèse avec l'appareil PHAST-SYSTEM® (PHARMACIA), dans les conditions préconisées par le fabricant. Après transfert sur nitrocellulose, on révèle soit avec un pool de 5 sérums de patients atteints de PR, dilué au 1/2000 soit avec l'anticorps monoclonal anti-filaggrine AHF2 [SIMON et al. J. Invest. Dermatol. 105, 432, (1995)] à la concentration de 0,2 µg/ml.

Le complexe antigène/anticorps est révélé à l'aide d'un anticorps secondaire couplé à la peroxydase, par la technique ECL.

Les résultats montrent qu'en l'absence de réaction de citrullination, la fil-gst n'est pas reconnue par les sérums de patients atteints de PR, alors que dès 5 minutes de citrullination, elle est détectée par ces sérums. On constate une augmentation de la réactivité avec le pool de sérums quand on fait agir la P.A.D. pendant 60 minutes à 50°C.

En outre, ces résultats permettent de supposer qu'il existe un ou plusieurs épitopes de forte affinité dans la moitié COOH-terminale de la filaggrine (positions 144 à 324), cet ou ces épitope(s) étant répété(s) entre les positions 76 et 144.

**EXEMPLE 2 : CITRULLINATION DES PEPTIDES S-47-S ET S-35-R PAR LA P.A.D, ET ESSAI DE LA RÉACTIVITÉ DES PEPTIDES CITRULLINÉS.**

Le peptide de 49 acides aminés S-47-S de séquence (code 1 lettre) :

NH<sub>2</sub>-STGHSGSQHSHTTTQGRSDASRGSSGSRSTSRETRDQEQSGDGSRHSGS-COOH

correspondant aux acides aminés 71 à 119 de la séquence d'une unité de filaggrine humaine, et comportant 6 résidus arginine, et

le peptide de 37 acides aminés S-35-R de  
5 séquence (code l'lettre) :

NH<sub>2</sub>-SQDRDSQAQSEDSERRSASASRNHRGSAQEQSRDGSR-COOH

correspondant aux acides aminés 155 à 191 de la séquence d'une unité de filaggrine humaine, et comportant 7 résidus arginine, ont été préparés par  
10 synthèse peptidique. Les peptides S-47-S et S-35-R sont représentés dans la liste de séquences en annexe sous les numéros respectifs SEQ ID NO: 3 et SEQ ID NO: 4.

Ces 2 peptides, ainsi que la fil-gst, ont été citrullinés par action de la P.A.D., pendant 30 minutes à  
15 50°C, dans le même milieu réactionnel que celui indiqué à l'exemple 1. Les conditions spécifiques pour chaque peptide, et pour la fil-gst sont les suivantes :

- peptide S-47-S : 4 mU/μmole arginine
- peptide S-35-R : 2,7 mU/μmole arginine
- 20 - fil-gst : comme indiqué à l'exemple 2.

On compare, par " dot-blot ", la réactivité de chaque peptide et celle de la fil-gst, avant et après action de l'enzyme, vis-à-vis de l'anticorps monoclonal AHF4, et du sérum d'un patient atteint de PR.

25 Les conditions opératoires sont les suivantes :

- 0,5 μg par dépôt de chaque antigène (peptides, fil-gst, variants acido-neutres de la filaggrine (VAF))
- 30 - Traitement de la nitrocellulose 45 minutes à 80°C, avant immunodétection.
- sérum PR utilisé à la dilution de 1/2000 ; anticorps monoclonal AHF4 utilisé à une concentration de 0,2 μg/ml

35 Les résultats montrent que :

- AHF4 reconnaît le peptide S-47-S et la fil-gst citrullinés ou non, mais ne reconnaît pas S-35-R, citrulliné ou non.

- S-47-S est reconnu, après citrullination, par le sérum du patient atteint de PR, alors que S-35-R, citrulliné ou non, n'est pas reconnu. Le même sérum reconnaît par ailleurs les VAF et la fil-gst citrullinée, mais ne reconnaît pas la fil-gst non-citrullinée.

**EXEMPLE 3 : SYNTHÈSE DES PEPTIDES E-12-H ET E-12-D CITRULLINES ET NON CITRULLINES ET ESSAI DE LA REACTIVITE DES PEPTIDES.**

Les peptides E-12-H et E-12-D ont été déterminés par référence aux séquences nucléotidiques du gène de la profilaggrine humaine décrites par GAN S.Q et al. [Biochemistry, 29 : 9432-9440, (1990)].

Le peptide de 14 acides aminés E-12-H de séquence (code 1 lettre) :

NH<sub>2</sub>-EQSADSSRHSGSGH-COOH

comprend 1 résidu arginine, et

le peptide de 14 acides aminés E-12-D de séquence (code 1 lettre) :

NH<sub>2</sub>-ESSRDGSRHPRSHD-COOH

comprend 3 résidus arginine.

Les peptides E-12-H et E-12-D sont représentés dans la liste de séquences en annexe sous les numéros respectifs SEQ ID NO: 5 et SEQ ID NO: 6.

Ces peptides ont été préparés par synthèse peptidique en phase solide.

Les peptides E-12-H et E-12-D citrullinés ont été synthétisés directement par incorporation d'une citrulline en remplacement d'une arginine.

Pour le peptide E-12-D, seul le résidu arginine correspondant au 8<sup>ème</sup> acide aminé de la séquence a été remplacé par une citrulline lors de la synthèse peptidique.

La réactivité de chaque peptide citrulliné et non citrulliné a été testée respectivement vis-à-vis d'un sérum normal, de deux sérums de patients PR, d'anticorps anti-filaggrine (AFAs) purifiés à partir d'un pool de 45 sérums de patients PR et d'anticorps anti-filaggrine purifiés à partir de 12 sérums de patients PR.

#### PROTOCOLE EXPERIMENTAL :

Les puits de plaques de microtitration NUNC MAXISORP ont été revêtus respectivement à l'aide des peptides E-12-D et E-12-H non-citrullinés et citrullinés, dilués à une concentration de 5 µg/ml dans un tampon PBS (pH: 7,4) et incubés pendant une nuit à 4°C (volume final : 100 µg/puits). Les puits ont été saturés pendant 30 minutes à 37°C en PBS-Tween 20, 0,05% gélatine 2,5%, 200 µl/puits. Le sérum de contrôle négatif (sérum normal) a été dilué au 1/120. Les anticorps anti-filaggrine ont été dilués en PBS-Tween 20, 0,05%-gélatine 0,5% (PBS TG) de sorte que les concentrations finales en auto-anticorps anti-filaggrine soient celles indiquées dans le tableau I annexé. Le sérum de contrôle négatif, les sérums PR et les anticorps anti-filaggrine ont été ajoutés (volume final : 100 µl/puits) et soumis à incubation pendant 1 heure à 37°C et une nuit à 4°C. Des anticorps de chèvre anti-chaînes lourdes gamma des immunoglobulines humaines, marqués à la peroxydase (commercialisés par la société SOUTHERN BIOTECHNOLOGIES) ont été ajoutés dans chaque puits (dilution en PBSTG : 1/2000, volume final : 100 µl/puits) et soumis à incubation pendant 1 heure à 37°C. La révélation a été effectuée par addition d'ortho-phénylènediamine (2mg/ml, pendant 10 minutes).

Les résultats présentés dans le tableau I annexé sont donnés en rapport de DO à 492 nm : signal peptide citrulliné/signal peptide non-citrulliné.

Ces résultats montrent que, dans la majorité des cas, le rapport en DO peptide citrulliné/peptide non-citrulliné est supérieur à 1, et illustrent donc la bonne

sensibilité des peptides citrullinés par rapport aux peptides non-citrullinés pour leur réactivité vis-à-vis des autoanticorps anti-filaggrine.

TABLEAU I

Peptide	Sérum de contrôle	Sérum PR1		Sérum PR2			Pool d'AFAs			AFAs purifiés à partir de 12 sérums PR											
		10*	20*	5*	10*	20*	5*	10*	20*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
E-12-D	1,076	1,42	1,85	2,42	3,77	5,57	1,77	1,63	1,48	1,99	1,38	2,48	1,19	1,12	3,50	1,87	5,19	1,13	1,57	1,11	1,65
E-12-H	1	1,32	1,20	10,44	11,51	8,38	2,45	2,42	1,82	7,16	2,05	1,06	1,18	0,76	13,57	4,14	3,18	1,14	3,66	1,22	5,84

\* : Concentration en AFAs en µg/ml.

## REVENDICATIONS

- 1) Peptide comprenant un épitope reconnu par des autoanticorps anti-filaggrine présents dans le sérum des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, caractérisé en ce que ledit épitope comprend un motif tripeptidique centré sur un résidu citrulline, spécifiquement présent sur au moins un des peptides citrullinés dérivés des séquences SEQ ID NO: 3, SEQ ID NO: 5, SEQ ID NO: 6.
- 2) Peptide selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend le motif tripeptidique Ser-Cit-His, dans lequel Cit représente un résidu citrulline.
- 3) Antigène artificiel reconnu spécifiquement par les auto-anticorps anti-filaggrine présents dans le sérum de patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, caractérisé en ce qu'il comprend ou est constitué par au moins un peptide selon une quelconque des revendications 1 ou 2.
- 4) Utilisation d'un antigène selon une quelconque des revendications 1 à 3, pour le diagnostic *in vitro* de la polyarthrite rhumatoïde.
- 5) Composition antigénique pour le diagnostic de la présence d'auto-anticorps spécifiques de la polyarthrite rhumatoïde dans un échantillon biologique, caractérisée en ce qu'elle contient au moins un antigène selon une quelconque des revendications 1 à 3, éventuellement marqué et/ou conjugué avec une molécule porteuse .
- 6) Procédé de détection des auto-anticorps spécifiques de la polyarthrite rhumatoïde dans un échantillon biologique, lequel procédé est caractérisé en ce qu'il comprend :
- la mise en contact dudit échantillon biologique avec au moins un antigène selon une quelconque des revendications 1 à 3, dans des conditions permettant la formation d'un

complexe antigène/anticorps avec les auto-anticorps spécifiques de la polyarthrite rhumatoïde éventuellement présents ;

- la détection, par tous moyens appropriés, du complexe  
5 antigène/anticorps éventuellement formé.

7) Nécessaire pour la détection des auto-anticorps spécifiques de la polyarthrite rhumatoïde dans un échantillon biologique, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un antigène selon quelconque des  
10 revendications 1 à 3, ainsi que des tampons et réactifs appropriés pour la constitution d'un milieu réactionnel permettant la formation d'un complexe antigène/anticorps, et/ou des moyens de détection dudit complexe antigène/anticorps.

15

## LISTE DE SEQUENCES

- <110> BIOMERIEUX  
SERRE, Guy  
GIRBAL-NEUHAUSER, Elisabeth  
VINCENT, Christian  
SIMON, Michel  
SEBBAG, Mireille  
DALBON, Pascal  
JOLIVET-REYNAUD, Colette  
ARNAUD, Michel  
JOLIVET, Michel
- <120> EPITOPES PEPTIDIQUES RECONNUS PAR DES AUTO-ANTICORPS  
ANTIFILAGGRINE PRESENTS DANS LE SERUM DES PATIENTS  
ATTEINTS DE POLYARTHRITE RHUMATOIDE
- <130> MJPcbi067/1a
- <140>  
<141>
- <150> FR9716673  
<151> 1997-12-30
- <160> 6
- <170> PatentIn Ver. 2.1
- <210> 1  
<211> 24  
<212> ADN  
<213> Homo sapiens
- <400> 1  
ttcctataacc aggtgagcac tcat 24
- <210> 2  
<211> 25  
<212> ADN  
<213> Homo sapiens
- <400> 2  
agaccctgaa cgtccagacc gtccc 25
- <210> 3  
<211> 49  
<212>  
<213> Homo sapiens
- <400> 3  
stghsgsqhs htttqgrsda srgssgsrst sretqdqqs gdgsrhsgs 49
- <210> 4  
<211> 37  
<212>  
<213> Homo sapiens
- <400> 4  
sqdrdsqaqs edserrrsasa srnhrgsaqe qsrddgr 37
- <210> 5  
<211> 14  
<212>  
<213> Homo sapiens

**This Page Blank (uspto)**

<400> 5  
eqsadssrhs gsgn

14

<210> 6  
<211> 14  
<212>  
<213> Homo sapiens

<400> 6  
essrdgsrhp rshd

14

**This Page Blank (uspto)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/02899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 C07K14/47 G01N33/53

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C07K G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SCHELLEKENS G A ET AL: "THE MODIFIED ARGININE RESIDUE CITRULLINES IS THE MAJOR CONSTITUENT OF EPITOPES RECOGNIZED BY AUTOANTIBODIES IN SERA FROM RHEUMATOID ARTHRITIS PATIENTS" ARTHRITIS AND RHEUMATISM, vol. 40, no. 9, SUPPL. 08, 8 November 1997, page S276 XP002067877 see the whole document ---	1-7
P, X	WO 98 08946 A (JOLIVET REYNAUD COLETTE ; VINCENT CHRISTIAN (FR); ARNAUD MICHEL (FR) 5 March 1998 see the whole document --- -/--	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 1999

Date of mailing of the international search report

12/05/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Masturzo, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Initial Application No

PCT/FR 98/02899

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 128, no. 12, 23 March 1998 Columbus, Ohio, US; abstract no. 139653, G A SCHELLEKENS ET AL.: "Citrulline is an essential constituent of antigenic determinants recognized by rheumatoid arthritis-specific antibodies" XP002101365 & J. CLIN. INVEST. , vol. 101, no. 1, 1 January 1998, pages 273-281, see abstract ---	1-7
T	E GIRBAL-NEUHAUSER ET AL. : "The epitopes targeted by the rheumatoid arthritis-associated antifilaggrin autoantibodies are posttranslationally generated on various sites of (Pro)filaggrin b deimination of arginine residues" JOURNAL OF IMMUNOLOGY, vol. 162, no. 1, 1 January 1999, pages 585-594, XP002101364 BALTIMORE US see the whole document -----	1-7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02899

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
W0 9808946 A	05-03-1998	FR 2752842 A	06-03-1998

**This Page Blank (uspto)**

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 98/02899

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 C07K14/47 G01N33/53

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 C07K G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	SCHELLEKENS G A ET AL: "THE MODIFIED ARGININE RESIDUE CITRULLINES IS THE MAJOR CONSTITUENT OF EPITOPES RECOGNIZED BY AUTOANTIBODIES IN SERA FROM RHEUMATOID ARTHRITIS PATIENTS" ARTHRITIS AND RHEUMATISM, vol. 40, no. 9, SUPPL. 08, 8 novembre 1997, page S276 XP002067877 voir le document en entier ---	1-7
P, X	WO 98 08946 A (JOLIVET REYNAUD COLETTE ; VINCENT CHRISTIAN (FR); ARNAUD MICHEL (FR) 5 mars 1998 voir le document en entier --- -/--	1-7

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 avril 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12/05/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Masturzo, P

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
P,X	<p>CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 128, no. 12, 23 mars 1998 Columbus, Ohio, US; abstract no. 139653, G A SCHELLEKENS ET AL.: "Citrulline is an essential constituent of antigenic determinants recognized by rheumatoid arthritis-specific antibodies" XP002101365 &amp; J. CLIN. INVEST. , vol. 101, no. 1, 1 janvier 1998, pages 273-281, voir abrégé</p>	1-7
T	<p>----- E GIRBAL-NEUHAUSER ET AL. : "The epitopes targeted by the rheumatoid arthritis-associated antifilaggrin autoantibodies are posttranslationally generated on various sites of (Pro)filaggrin b deimination of arginine residues" JOURNAL OF IMMUNOLOGY, vol. 162, no. 1, 1 janvier 1999, pages 585-594, XP002101364 BALTIMORE US voir le document en entier -----</p>	1-7

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

### Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der Internationale No

PCT/FR 98/02899

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9808946 A	05-03-1998	FR 2752842 A	06-03-1998

**This Page Blank (uspto)**